

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-347600

(43) 公開日 平成6年(1994)12月22日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>  
G 2 1 K 7/00

識別記号 庁内整理番号  
9215-2G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 3 頁)

(21) 出願番号 特願平5-140982

(22) 出願日 平成5年(1993)6月11日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 中山 繁

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

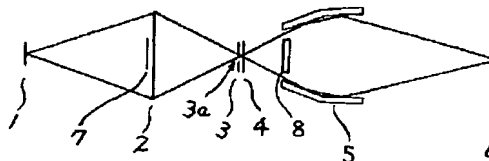
(74) 代理人 弁理士 永井 冬紀

(54) 【発明の名称】 X線顕微鏡

(57) 【要約】

【目的】 X線の波長を容易に変更できるX線顕微鏡を提供する。

【構成】 X線源1より射出されたX線をゾーンプレート2で集光して遮蔽板3に導く。遮蔽板3のピンホール3aを通過したX線により試料4を照射する。試料4のX線像をウォルターミラー5で拡大して検出器6上に結像させる。希望する波長のX線がピンホール3a上で焦点を結ぶようにゾーンプレート2の光軸方向の位置を調整し、これにより、所望の波長のX線のみをピンホール3aから試料4に導く。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 試料に向けてX線を集光させるコンデンサ用光学素子と、試料のX線像を検出手段上に結像させる対物用光学素子とを備えたX線顕微鏡において、前記コンデンサ用光学素子にゾーンプレート、前記対物用光学素子に斜入射鏡を用いるとともに、前記ゾーンプレートと前記試料との間にピンホールを有する遮蔽板を設けたことを特徴とするX線顕微鏡。

【請求項2】 前記コンデンサ用光学素子を構成するゾーンプレートを、光軸上を移動可能に設けたことを特徴とする請求項1記載のX線顕微鏡。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、X線により試料像を検出するX線顕微鏡の光学系に関する。

## 【0002】

【従来の技術】X線顕微鏡は生物試料を未処理で高分解観察できるため注目されている。結像型X線顕微鏡は、X線源から発射されたX線をコンデンサ用光学素子により試料に向けて集光させ、このX線で照射された試料の像を対物用光学素子により検出器上に結像させて試料を観察するものであるが、これらコンデンサ用光学素子および対物用光学素子の組合わせとしては以下のものが存在する。

- ① コンデンサ用光学素子および対物用光学素子ともにゾーンプレートを用いたもの。
- ② コンデンサ用光学素子に多層膜反射鏡、対物用光学素子にゾーンプレートを用いたもの。
- ③ コンデンサ用光学素子に多層膜反射鏡、対物用光学素子に直入射多層膜反射鏡を用いたもの。
- ④ コンデンサ用光学素子および対物用光学素子ともに斜入射鏡を用いたもの。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述した各種のX線用光学素子のうち、ゾーンプレートは、その焦点距離がX線の波長に反比例して変化する。したがって、対物用光学素子にゾーンプレートを用いた上記①、②のX線顕微鏡において、結像倍率を一定に維持しつつX線の波長を可変とするには、波長の変化に伴う対物用ゾーンプレートの焦点距離の変化に対応して試料と検出器との距離を調整する機構が必要となり、装置が複雑化する。また、斜入射鏡は、広い波長領域のX線に対して高い反射率を有する特性を有するため、上記④の光学系でX線の波長を可変とするにはX線を単色化する装置が別に必要となる。さらに、多層膜反射鏡は、斜入射鏡と比べて狭い波長領域のX線しか反射しないので、X線の波長を実用上十分な範囲で可変とするにはX線の入射角を変化させる必要がある。このため、上記②、③の光学系で波長可変とするのは困難である。

【0004】本発明の目的は、X線の波長を容易に変更

できるX線顕微鏡を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】一実施例を示す図1に対応付けて説明すると、本発明では、試料4に向けてX線を集光させるコンデンサ用光学素子と、試料4のX線像を検出手段6上に結像させる対物用光学素子とを備えたX線顕微鏡において、コンデンサ用光学素子にゾーンプレート2、前記対物用光学素子5に斜入射鏡を用いるとともに、ゾーンプレート2と試料4との間にピンホール3aを有する遮蔽板3を設けることにより上述した目的を達成する。請求項2の装置では、コンデンサ用光学素子を構成するゾーンプレート2を、光軸上を移動可能に設けた。

## 【0006】

【作用】コンデンサ用光学素子にゾーンプレート2を用いたため、ピンホール3aとの併用によりX線を任意の波長で単色化して試料4に照射できる。すなわち、X線の光路中に設けたピンホール3aとゾーンプレート2との距離を調整することで、ピンホール3aの位置で焦点を結ぶX線の波長を変更し、これにより所望の波長のX線のみピンホール3aを通過させて試料4に照射できる。対物光学素子に斜入射鏡5を用いているので、試料4、対物用光学素子5、試料像の検出器6の位置関係をX線の波長に係わりなく一定に維持できる。斜入射鏡5は広い波長領域に対して高い反射率を有するので、波長を変化させても結像倍率を一定に維持しつつ高コントラストの試料像を得ることができる。

【0007】なお、本発明の構成を説明する上記課題を解決するための手段と作用の項では、本発明を分かり易くするために実施例の図を用いたが、これにより本発明が実施例に限定されるものではない。

## 【0008】

【実施例】図1は、対物用光学素子として斜入射鏡の一種であるウォルターミラーを用いたX線顕微鏡の構成を示す概略図である。このX線顕微鏡は、X線源1、コンデンサ用光学素子としてのゾーンプレート2、ピンホール3aが設けられた遮蔽板3、試料4を保持する不図示の試料ホルダ、対物用光学素子としてのウォルターミラー5、検出器6とを備えている。遮蔽板3はそのピンホール3aがX線の光軸上に位置するように配置される。ウォルターミラー5は、回転双曲面と回転楕円面とを組み合わせたX線を2回反射させる光学素子であり、一本のガラス管の内面に反射部が形成されている。X線源1より射出したX線はゾーンプレート2で集光されて遮蔽板3に達する。そして、ピンホール3aを通過したX線が試料4を照射する。試料4のX線像は、ウォルターミラー5で拡大されて検出器6上に結像する。

【0009】なお、X線のゾーンプレート2での0次の回折光には様々な波長が含まれている。この0次回折光は光軸上を進むためピンホール3aを通過し、試料4を

3

経て検出器6まで達してしまう。そこで、本実施例では、X線源1とゾーンプレート2との間に、このゾーンプレート2の中央部（光軸付近）にX線が入射しないようにコンデンサ側遮蔽板7を設けた。このコンデンサ側遮蔽板7は、ゾーンプレート2と遮蔽板3との間に設置してもよい。さらに、ウォルターミラー5のX線光軸付近にも対物用遮蔽板8を設けて、0次回折光が検出器6に達するのを防止している。

【0010】ゾーンプレート2は不図示の移動機構によりX線の光軸上を光軸方向（図の左右方向）と平行に移動可能に支持されている。試料4に照射するX線の波長を変更するときは、希望する波長のX線がピンホール3a上で焦点を結ぶようにゾーンプレート2の位置を調整する。これにより所望の波長のX線のみがピンホール3aを通過して試料4に到達する。対物用光学素子としてのウォルターミラー5は広い波長領域のX線に対して高い反射率を示すので、試料4に照射するX線の波長を変更しても、試料4、ウォルターミラー5および検出器6の光軸方向の相対位置を一定に保って試料4のX線像を高コントラストで検出器6上に結像させることができる。

【0011】以上のように、本実施例では検出器6での試料像の結像倍率やコントラストに影響を与えることなく試料4に照射するX線の波長を簡単に変更できるので、試料4の波長走査による撮像を容易に行ない得る。X線顕微鏡では試料4を構成する元素の吸収端の前後の波長において試料4の透過像が大きく変化するが、本実施例ではゾーンプレート2の位置を変化させつつ試料像を逐次観察するだけで、上述した透過像の変化を検出し

4

て容易に試料4の元素分布を求めることができる。なお、本実施例では斜入射鏡としてウォルターミラー5を用いたが、本発明はこれに制限されることなく、他の形状の斜入射鏡を用いても良い。

【0012】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、コンデンサ用光学素子にゾーンプレートを用いたので、光路中に配置したゾーンプレートとピンホールとの相対距離を調整するだけで試料に所望の波長のX線を照射できる。対物用光学素子に斜入射鏡を用いたので、波長を問わず試料、対物用光学素子および検出器の位置関係が一定となり、所定の倍率で検出器上に高コントラストの試料像を結像させることができる。これにより、試料の波長走査など波長の変更が不可欠な検査を容易に行なうことができる。

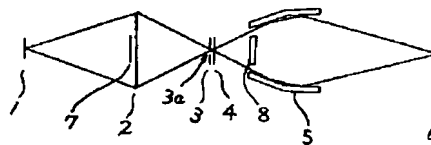
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例における光学系の概略構成を示す図。

【符号の説明】

- 1 X線源
- 2 コンデンサ用光学素子としてのゾーンプレート
- 3 遮蔽板
- 3a 遮蔽板のピンホール
- 4 試料
- 5 ウォルターミラー
- 6 検出器
- 7 コンデンサ側遮蔽板
- 8 対物側遮蔽板

【図1】



PAT-NO: JP406347600A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06347600 A  
TITLE: X-RAY MICROSCOPE  
PUBN-DATE: December 22, 1994

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
NAKAYAMA, SHIGERU

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME NIKON CORP COUNTRY N/A

APPL-NO: JP05140982  
APPL-DATE: June 11, 1993  
INT-CL (IPC): G21K007/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide an X-ray microscope easily changeable in the X-ray wavelength.

CONSTITUTION: X-ray emitted from an X-ray source 1 is condensed with a zone plate 2 and guided to a shield plate 3. A specimen 4 is irradiated with the X-ray having passed a pin hole 3a in the shield plate 3. The X-ray image of the specimen 4 is magnified with a Walter mirror 5 and focused on a detector 6. The position of light axis direction of the zone plate 2 is adjusted so that the X-ray of desired wavelength focuses on the pin hole 3a. By this, only

X-ray with desirable wavelength is guided through the pin  
hole 3a to the  
specimen 4.

COPYRIGHT: (C) 1994, JPO